

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-096344

(43)Date of publication of application : 02.04.2002

(51)Int.Cl. B29C 43/36  
B29C 45/26  
C03B 11/00  
G02B 3/00  
G02B 3/04  
// B29L 11:00

(21)Application number : 2000-290455

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 25.09.2000

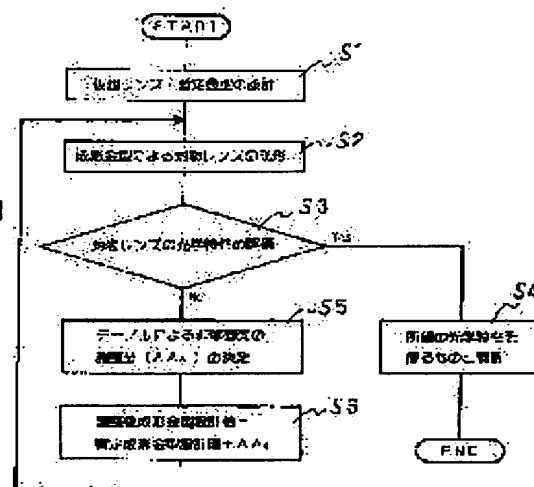
(72)Inventor : KAWAKITA SATOSHI

## (54) METHOD FOR DESIGNING MOLD FOR MOLDING LENS, AND MOLDED LENS

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for designing a mold for molding a lens, and the lens accurately having desired optical characteristics without being affected by the shrinkage of a material, the change quantity of a refractive index or the like being the indefinite elements of the lens.

**SOLUTION:** A tentative mold 2 is formed on the basis of a predetermined shape design value and a tentative lens 1 is molded by the tentative mold, and the optical characteristics of the molded tentative lens are measured to be compared with desired optical characteristics to detect the shift quantity of the spherical aberration value thereof. The shift quantity of an aspheric aberration value shifted from the desired optical characteristics as a result of detection is collated with a table T preliminarily calculating the relation between the fine change quantity  $A_i$  of higher order among the aspheric surface constant  $A_i$  of a formula prescribing an aspheric surface and the variation quantity of the aspheric surface aberration value, and the fine change quantity of higher order among the corresponding aspheric surface constant is determined as adjusting quantity and the adjusting quantity is added to the aspheric surface constant of the formula for prescribing the aspheric surface of the tentative mold to design a final mold as a new shape design value.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] While performing provisional shaping metal mold (henceforth "provisional shaping metal mold") creation based on a predetermined geometric design value and fabricating a provisional lens (henceforth a "provisional lens") with this provisional shaping metal mold While measuring the optical property of the fabricated provisional lens and detecting the amount of gaps of the spherical-aberration value as compared with a desired optical property The relation between the minute variation of a high order term and the amount of fluctuation of a spherical-aberration value is tested by comparison on the table for which it asked beforehand among the aspheric surface constants of the formula which specifies the aspheric surface for the amount of gaps of the aspheric surface aberration value [ optical property / desired ] shifted as a result of detection. The design approach of the shaping metal mold of the lens characterized by determining the minute variation of a high order term as an amount of adjustments among corresponding aspheric surface constants, adding this amount of adjustments to the aspheric surface constant of the formula which specifies the aspheric surface of the above-mentioned provisional shaping metal mold, and designing shaping metal mold final as a new geometric design value.

[Claim 2] While creating provisional shaping metal mold (henceforth "provisional shaping metal mold") based on a predetermined geometric design value and fabricating a provisional lens (henceforth a "provisional lens") with this provisional shaping metal mold While measuring the optical property of the fabricated provisional lens and detecting the amount of gaps of the spherical-aberration value as compared with a desired optical property The minute variation of a high order term, the amount of fluctuation of a spherical-aberration value, and relation are tested by comparison on the table for which it asked beforehand among the aspheric surface constants of the formula which specifies the aspheric surface for the amount of gaps of the aspheric surface aberration value [ optical property / desired ] shifted as a result of detection. The lens characterized by fabricating with the final shaping metal mold which determined the minute variation of a high order term as an amount of adjustments among corresponding aspheric surface constants, added this amount of adjustments to the aspheric surface constant of the formula which specifies the aspheric surface of the above-mentioned provisional shaping metal mold, and was designed as a new geometric design value.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the design approach of the shaping metal mold of a new lens, and the lens which this fabricated. It is related with the technique of aiming at improvement in the optical property of the fabricated lens in detail.

[0002]

[Description of the Prior Art] If it is in the optical disk drive equipment which uses optical disks, such as CD (compact disk) and DVD (digital video disc), as a record medium, an objective lens is used for the optical pickup, and, as for this objective lens, mold goods, such as glass and plastics, are used.

[0003] Based on an optical design, it succeeds in that geometric design so that this objective lens may obtain a desired optical property beforehand (this geometric design value is hereafter called "ideal geometric design value"), and shaping metal mold is designed with this ideal geometric design value and the same geometric design value of concavo-convex reverse.

[0004] However, in order to contract mold goods after shaping, a desired configuration (configuration of an ideal geometric design value) cannot be maintained, but the fabricated objective lens may differ from the thing of a request of the optical property.

[0005] Then, in order to obtain the objective lens which carried out the configuration of an ideal geometric design value, there is the design approach of the shaping metal mold shown in JP,5-96572,A.

[0006] a lens provisional at the shaping metal mold created provisionally according to the design approach of the shaping metal mold shown in this JP,5-96572,A -- fabricating -- the above -- when it asks for a configuration regression curve from the difference of the geometry value of provisional shaping metal mold, and the configuration measured value of a lens and a shaping metal mold design feeds this back, it is going to create new shaping metal mold.

[0007] Thereby, the lens approximated to the configuration of an ideal geometric design value can be fabricated.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the present condition is being unable to obtain a desired optical property (spherical aberration) by minute difference of the refractive index of an ingredient, the thickness of a lens, etc., if the transmitted wave side aberration which is optical interference measurement estimates even if it is the lens fabricated in this way.

[0009] In connection with the densification of the recording density of DVD etc., conventionally, the width of face of the permitted tolerance is becoming narrow, and we are especially anxious about the yield of a shaping lens getting worse in recent years.

[0010] Then, this invention makes it a technical problem to offer the lens which has a desired optical property with a sufficient precision, without being influenced by the ingredient contraction which is the indefinite element of a lens, change of a refractive index, etc. about the design approach of the shaping metal mold of the lens fabricated, and the lens fabricated by this.

[0011]

[Means for Solving the Problem] In order that the design approach of the shaping metal mold of this invention lens may solve the above-mentioned technical problem While creating provisional shaping metal mold based on a predetermined geometric design value and fabricating a provisional lens with this provisional shaping metal

mold While measuring the optical property of the fabricated provisional lens and detecting the amount of gaps of the spherical-aberration value as compared with a desired optical property The relation between the minute variation of a high order term and the amount of fluctuation of a spherical-aberration value is tested by comparison on the table for which it asked beforehand among the aspheric surface constants of the formula which specifies the aspheric surface for the amount of gaps of the aspheric surface aberration value [ optical property / desired ] shifted as a result of detection. The minute variation of a high order term is determined as an amount of adjustments among corresponding aspheric surface constants, this amount of adjustments is added to the aspheric surface constant of the formula which specifies the aspheric surface of the above-mentioned provisional shaping metal mold, and shaping metal mold final as a new geometric design value is designed. [0012] Moreover, while this invention lens creates provisional shaping metal mold based on a predetermined geometric design value and fabricating a provisional lens with this provisional shaping metal mold While measuring the optical property of the fabricated provisional lens and detecting the amount of gaps of the spherical-aberration value as compared with a desired optical property The relation between the minute variation of a high order term and the amount of fluctuation of a spherical-aberration value is tested by comparison on the table for which it asked beforehand among the aspheric surface constants of the formula which specifies the aspheric surface for the amount of gaps of the aspheric surface aberration value [ optical property / desired ] shifted as a result of detection. The minute variation of a high order term is determined as an amount of adjustments among corresponding aspheric surface constants, and it fabricates with the final shaping metal mold which added this amount of adjustments to the aspheric surface constant of the formula which specifies the aspheric surface of the above-mentioned provisional shaping metal mold, and was designed as a new geometric design value.

[0013] Therefore, if it is in the design approach of the shaping metal mold of this invention lens, and the lens which this fabricated Since adjustment of the spherical aberration which there is no need that the evaluation about the fabricated lens analyzes finely ingredient contraction, change of a refractive index, etc. which are a thing about an optical property and are the indefinite element of a lens, and includes these is possible, Since the lens equipped with the optical property for which it asks can be fabricated and the amount of adjustments is moreover made into the minute variation of a high order term among the aspheric surface constants of the formula which specifies the aspheric surface, By choosing the high order term suitably, highly precise adjustment can be performed and the lens approximated by the desired optical property can be fabricated easily.

[0014]

[Embodiment of the Invention] Below, the design approach of the shaping metal mold of this invention lens and the gestalt of operation of the lens which this fabricated are explained with reference to an accompanying drawing.

[0015] Drawing 1 shows typically the shaping metal mold 2 used for shaping of the objective lens 1 for CD.

[0016] The shaping metal mold 2 consists of the heaters 5 and 5 arranged so that the bottom shaping metal mold 3 created by the desired configuration, the bottom shaping metal mold 4 created by the desired configuration, and these might be inserted from right and left.

[0017] A cavity 6 is formed between the bottom shaping metal mold 3 and the bottom shaping metal mold 4, a molding material 7 is located in this cavity 6 considering fuselages 8 and 8 as a guide, and a molding material 7 is heated and pressed at the above-mentioned heaters 5 and 5.

[0018] Thereby, the objective lens 1 with which the configuration of the bottom shaping metal mold 3 and the bottom shaping metal mold 4 was imprinted is fabricated.

[0019] And in order to obtain the objective lens 1 which has a desired optical property, the design approach of shaping metal mold is explained according to the flow chart Fig. of drawing 2 .

[0020] - Step 1 (S1)

The objective lens 1 and the provisional shaping metal mold 2 of the imagination which has the lens side of a predetermined configuration are designed. The formula which specifies the lens side of the objective lens 1 of this imagination is shown in "a-one number." That of "a-one number" is a formula which specifies the aspheric surface, and assumes the lens side of an ideal by the "-one number (1)" formula mostly by the optical simulation of an optical property.

[0021] Moreover, the shaping side of an ideal is similarly assumed mostly by the "-one number (2)" type about

the provisional shaping metal mold 2.

[0022]

[Equation 1]

$$Z_L = X^2 / R_L \left[ 1 + \left\{ 1 - (1 + K_L) \left( X / R_L \right)^2 \right\}^{1/2} \right] + \Sigma A_{L_i} X^i \dots\dots\dots (1)$$

$$Z_K = X^2 / R_K \left[ 1 + \left\{ 1 - (1 + K_K) \left( X / R_K \right)^2 \right\}^{1/2} \right] + \Sigma A_{K_i} X^i \dots\dots\dots (2)$$

なお、

$Z_L$ : レンズの光軸方向値

$Z_K$ : 金型設計の光軸方向値

$X$ : 光軸に垂直な方向値

$R_L$ : レンズの曲率半径

$R_K$ : 金型の曲率半径

$K_L$ : レンズの円錐定数

$K_K$ : 金型の円錐定数

$A_{L_i}$ : レンズの非球面定数

$A_{K_i}$ : 金型の非球面定数

[0023] - Step 2 (S2)

A lens is fabricated with shaping metal mold. When step 2 (S2) flows from the above-mentioned step 1 (S1), this shaping metal mold turns into the above-mentioned provisional shaping metal mold 2. Since it is not necessarily a thing with the optical property of a final request, let this lens be the provisional objective lens 1. Moreover, in flowing from step 6 (S6) mentioned later, this shaping metal mold turns into shaping metal mold after adjustment.

[0024] - Step 3 (S3)

The optical property is measured and evaluated about the fabricated objective lens 1. An interference fringe and the 3rd spherical-aberration value are acquired for example, by transmitted wave side measurement, and the existence of gap with a desired optical property is judged to be evaluation of an optical property. When gap is between the optical properties for which progress to step 4 (S4) and it asks when there is no gap between the optical properties for which it asks as a result of evaluation, it progresses to step 5 (S5).

[0025] In the case of the above-mentioned provisional objective lens 1, gap has usually arisen in the optical property. As a result of performing transmitted wave side measurement about this provisional objective lens 1, suppose that the 3rd spherical-aberration value (+0.020λ) shown in the interference fringe shown in drawing 3 (a) and drawing 3 (b) was acquired. When this interference fringe is observed, it turns out that the vertical part is swinging [ each stripes ]. "+0.020λ" In the ideal objective lens which can obtain the optical property for which it asks, the above-mentioned interference fringe is a straight line, and the 3rd spherical-aberration value is "0", and if it is in this provisional objective lens 1, the spherical-aberration value will have shifted.

[0026] - Step 4 (S4)

The fabricated objective lens 1 has a desired optical property, and can judge the shaping metal mold 2 which fabricated this as shaping metal mold 2 which can fabricate the objective lens 1 with a desired optical property. In addition, when the provisional objective lens 1 has a desired optical property, the provisional objective lens 1 to apply is not provisional any longer, and is just an objective lens 1. Moreover, it can be judged that the above-mentioned provisional shaping metal mold 2 which fabricated this is not provisional, either, and is just the shaping metal mold 2.

[0027] - Step 5 (S5)

It checks on the table T which set up beforehand gap from the optical property of a request of the provisional objective lens 1 by the optical simulation, and an adjusted part of the shaping metal mold 2 is determined. Table T shows the correspondence relation between the variation (ΔA4) when changing "the aspheric surface constant  $A_i$ " minutely about the above "a-one number (2)", and the amount of fluctuation of a spherical-

aberration value. This table T is shown in drawing 4 as a table.

[0028] For example, if "-0.5E-05" change of the 4th term (A4) of the "-one number (2)" type of the bottom provisional shaping metal mold 3 is carried out When a spherical-aberration value (3rd order) carries out "+0.005lambdarms" fluctuation and "+0.5E-05" change of the 4th term (A4) of a "-one number (2)" type is carried out, drawing 4 shows that a spherical-aberration value (3rd order) carries out "-0.005lambdarms" fluctuation.

[0029] Similarly, if "-1.0E-05" change of the 4th term (A4) of the "-one number (2)" type of the bottom provisional shaping metal mold 4 is carried out When a spherical-aberration value (3rd order) carries out "-0.008lambdarms" fluctuation and "+1.0E-05" change of the 4th term (A4) of the "-one number (2)" type of the bottom provisional shaping metal mold 4 is carried out, drawing 4 shows that a spherical-aberration value (3rd order) carries out "-0.008lambdarms" fluctuation.

[0030] And an adjusted part for the spherical-aberration value of the optical property of the provisional objective lens 1 to be "+0.020lambdarms", and cancel this by the above-mentioned step 3 (S3), is chosen from drawing 4 R> 4. What is necessary is just to specifically discover a changed part of each deltaA4 from which the changed sum total of addition and subtraction by a changed part and/or the bottom provisional shaping metal mold 4 by the bottom provisional shaping metal mold 3 is set to "-0.020lambdarms", in order to cancel "+0.020lambdarms." Consequently, if a changed part "-0.011lambdarms" by the bottom provisional shaping metal mold 3 and a changed part "-0.008lambdarms" by the bottom provisional shaping metal mold 4 are totaled, it will be set to "-0.019lambdarms", and it turns out that a part for the above-mentioned gap is mostly cancelable. Therefore, in this example, it determines as deltaA4=-1.0E-05 as an adjusted part of the upper provisional shaping metal mold 3 as an adjusted part of deltaA4=+1.0E-05 and the lower provisional shaping metal mold 4, and progresses to step 6 (S6).

[0031] - Add an adjusted part of deltaA4 determined by step 6 (S6) step 5 (S5) above "a-one number (2)", and design the bottom shaping metal mold 3 and the bottom shaping metal mold 4 again. Therefore, the formula of the shaping side of the shaping metal mold 3 and 4 after adjustment becomes like "a-two number." In addition, only the 4th term of the above "a-one number" is taken out and described in "a-two number."

[0032]

[Equation 2]

調整後の上側金型設計  $A_4 = \text{上金型の } A_{K4} + 1.0 \times 10^{-5} \dots\dots\dots (3)$

調整後の下側金型設計  $A_4 = \text{下金型の } A_{K4} - 1.0 \times 10^{-5} \dots\dots\dots (4)$

[0033] Thus, shaping of return and an objective lens 1 is performed to step 2 (S2) by the designed shaping metal mold 2.

[0034] The deer was carried out, and as a result of performing the optical property of the objective lens 1 fabricated with the shaping metal mold 2 after this adjustment at step 3 (S3), an interference fringe and the 3rd spherical-aberration value (-0.001lambdarms) as shown in drawing 5 (b) were acquired. The shaping metal mold 2 after the adjustment which the objective lens 1 concerned has the optical property and configuration for which it asks by progressing to step 4 (S4), therefore fabricated this by this can also be judged as shaping metal mold 2 which can fabricate the objective lens 1 with a desired optical property.

[0035] In addition, although the optical simulation of the spherical aberration by minute variation deltaA4 of only the term of "A4" of the "-one number (2)" type of a vertical lens side was shown in Table T as an example of a typical objective lens as mentioned above, by not restricting to this and adjusting high order spherical aberration further, still minuter adjustment can be performed and an optical property can be raised further. In this case, it is necessary to investigate the correspondence relation between the 3rd high order spherical-aberration more than value and the combination (sigmadeltaAiXi) of a high order term beforehand as a table.

[0036] Moreover, although each was adjusted about the vertical lens side of an objective lens if it was in the gestalt of the above-mentioned implementation, this invention may be made to adjust about not only this but one of lens sides (either [ i.e., ] bottom shaping metal mold or bottom shaping metal mold). Thus, if one of shaping metal mold is adjusted, when the objective lens with which spherical aberration (3rd order) differed in the objective lens of the same kind needs to fabricate two or more kinds, for example, in order to obtain volume efficiency, one configuration of shaping metal mold is fixed, and the objective lens which has a desired optical property can be fabricated also by changing the aspheric surface constant Ai very small about the shaping metal

mold of another side.

[0037] In addition, although this invention was applied to the objective lens of an optical pickup in the gestalt of the above-mentioned implementation, this invention is applicable not only to this but the general lens fabricated like plastics and glass.

[0038] Moreover, in the gestalt of the above-mentioned implementation, although the shaping approach by the press was explained, this invention is applicable to the shaping approach, for example, injection molding etc., of using not only this but shaping metal mold.

[0039] In addition, it passes over no the configurations and structures of each part which were shown in the above-mentioned gestalt of operation to what showed a mere example of the somatization which hits carrying out this invention, and the technical range of this invention is not restrictively interpreted by these.

[0040]

[Effect of the Invention] So that clearly from the place indicated above the design approach of the shaping metal mold of this invention lens While creating provisional shaping metal mold based on a predetermined geometric design value and fabricating a provisional lens with this provisional shaping metal mold While measuring the optical property of the fabricated provisional lens and detecting the amount of gaps of the spherical-aberration value as compared with a desired optical property The relation between the minute variation of a high order term and the amount of fluctuation of a spherical-aberration value is tested by comparison on the table for which it asked beforehand among the aspheric surface constants of the formula which specifies the aspheric surface for the amount of gaps of the aspheric surface aberration value [ optical property / desired ] shifted as a result of detection. It is characterized by determining the minute variation of a high order term as an amount of adjustments among corresponding aspheric surface constants, adding this amount of adjustments to the aspheric surface constant of the formula which specifies the aspheric surface of the above-mentioned provisional shaping metal mold, and designing shaping metal mold final as a new geometric design value.

[0041] Moreover, while this invention lens creates provisional shaping metal mold based on a predetermined geometric design value and fabricating a provisional lens with this provisional shaping metal mold While measuring the optical property of the fabricated provisional lens and detecting the amount of gaps of the spherical-aberration value as compared with a desired optical property The relation between the minute variation of a high order term and the amount of fluctuation of a spherical-aberration value is tested by comparison on the table for which it asked beforehand among the aspheric surface constants of the formula which specifies the aspheric surface for the amount of gaps of the aspheric surface aberration value [ optical property / desired ] shifted as a result of detection. It is characterized by fabricating with the final shaping metal mold which determined the minute variation of a high order term as an amount of adjustments among corresponding aspheric surface constants, added this amount of adjustments to the aspheric surface constant of the formula which specifies the aspheric surface of the above-mentioned provisional shaping metal mold, and was designed as a new geometric design value.

[0042] Therefore, if it is in the design approach of the shaping metal mold of this invention lens, and the lens which this fabricated Since adjustment of the spherical aberration which there is no need that the evaluation about the fabricated lens analyzes finely ingredient contraction, change of a refractive index, etc. which are a thing about an optical property and are the indefinite element of a lens, and includes these is possible, Since the lens equipped with the optical property for which it asks can be fabricated and the amount of adjustments is moreover made into the minute variation of a high order term among the aspheric surface constants of the formula which specifies the aspheric surface, By choosing the high order term, highly precise adjustment can be performed and the lens approximated by the desired optical property can be fabricated easily.

---

[Translation done.]

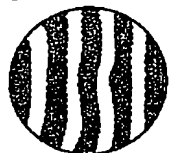
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

[Drawing 3]



(a)

| 球面収差(3次)値            |
|----------------------|
| +0.020 $\lambda$ rms |

(b)

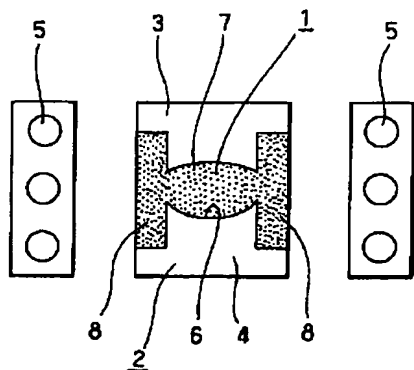
[Drawing 4]

T...テーブル

| 上型側の<br>$\Delta A_s$ | 球面収差(3次)の<br>増減 ( $\lambda$ rms) | 下型側の<br>$\Delta A_s$ | 球面収差(3次)の<br>増減 ( $\lambda$ rms) |
|----------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------------------|
| -2.0E-05             | 0.022                            | -4.0E-05             | -0.032                           |
| -1.5E-05             | 0.16                             | -3.0E-05             | -0.024                           |
| -1.0E-05             | 0.011                            | -2.0E-05             | -0.016                           |
| -0.5E-05             | 0.005                            | -1.0E-05             | -0.008                           |
| 0                    | 0                                | 0                    | 0                                |
| 0.5E-05              | -0.005                           | 1.0E-05              | 0.008                            |
| 1.0E-05              | -0.011                           | 2.0E-05              | 0.016                            |
| 1.5E-05              | -0.016                           | 3.0E-05              | 0.024                            |
| 2.0E-05              | -0.022                           | 4.0E-05              | 0.032                            |

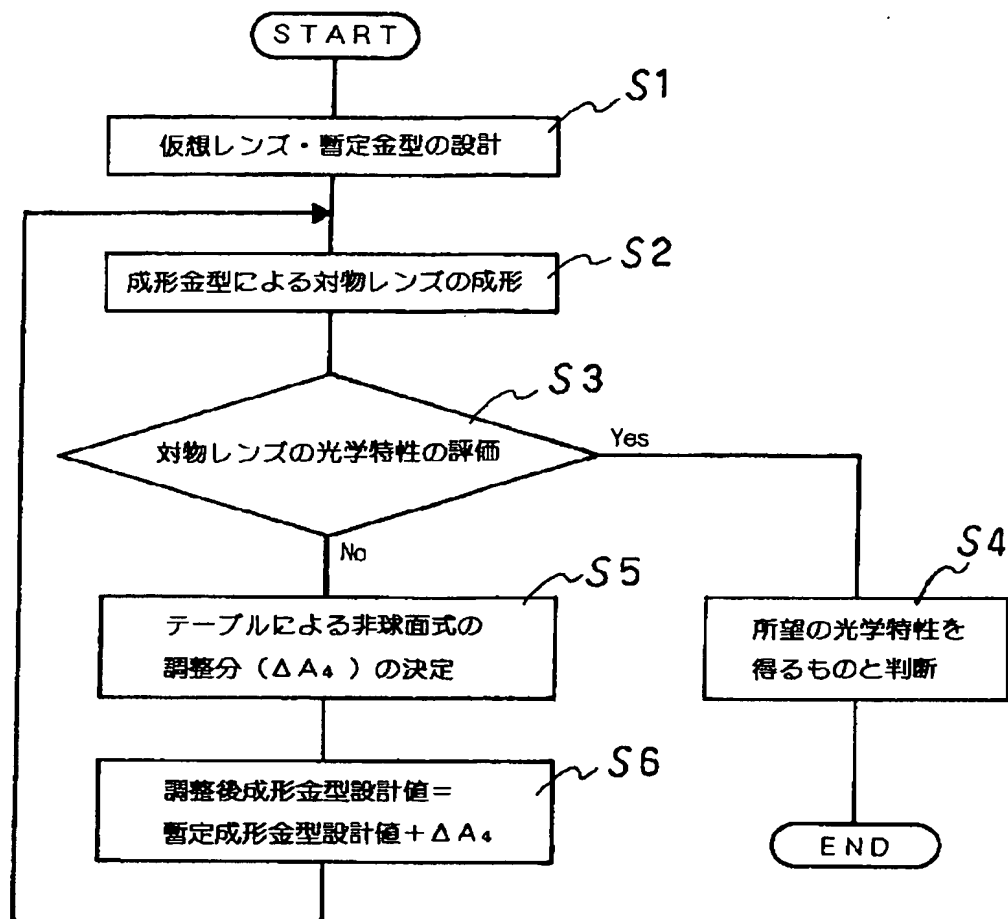
[Drawing 1]

1...対物レンズ  
2...成形金型

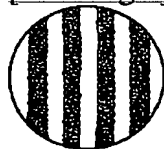


[Drawing 2]





[Drawing 5]



(a)



(b)

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-96344  
(P2002-96344A)

(43) 公開日 平成14年4月2日 (2002.4.2)

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号 | F I           | テーマコード <sup>*</sup> (参考) |
|---------------------------|------|---------------|--------------------------|
| B 2 9 C 43/36             |      | B 2 9 C 43/36 | 4 F 2 0 2                |
| 45/26                     |      | 45/26         |                          |
| C 0 3 B 11/00             |      | C 0 3 B 11/00 | M                        |
| G 0 2 B 3/00              |      | G 0 2 B 3/00  | Z                        |
| 3/04                      |      | 3/04          |                          |

審査請求 未請求 請求項の数 2, O L (全 7 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-290455(P2000-290455)

(22) 出願日 平成12年9月25日(2000.9.25)

(71) 出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 川北 聡

東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
ー株式会社内

(74) 代理人 100069051

弁理士 小松 祐治

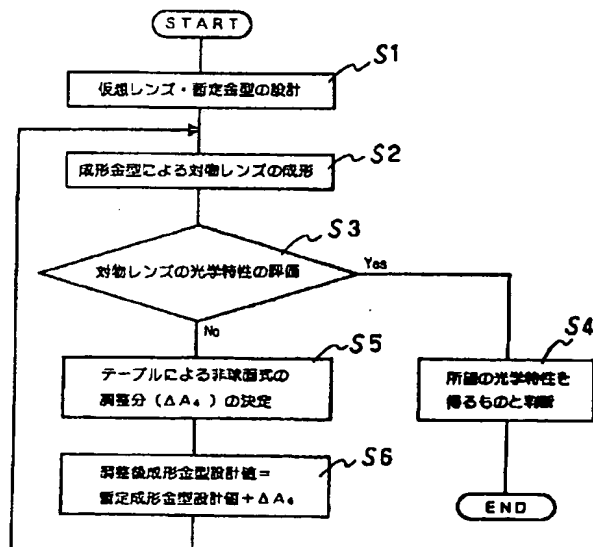
Fターム(参考) 4F202 AH74 AM23 CA09 CA11 CB01  
CD28 CD30

(54) 【発明の名称】 レンズの成形金型の設計方法及びこれにより成形したレンズ

(57) 【要約】

【課題】 成形されるレンズの成形金型の設計方法及びこれにより成形されたレンズに関し、レンズの不確定要素である材料収縮や屈折率の変化量などに影響されることなく、所望の光学特性を精度良く有するレンズを提供する。

【解決手段】 所定の形状設計値に基づき暫定成形金型2の作成を行い、該暫定成形金型により暫定レンズ1を成形するとともに、成形された暫定レンズの光学特性を測定して所望の光学特性と比較し、その球面収差値のズレ量を検出するとともに、検出の結果、所望の光学特性からずれた非球面収差値のズレ量を、非球面を規定する式の非球面定数 $A_i$ のうち高次項の微小な変化量 $\Delta A_i$ と球面収差値の変動量との関係を予め求めたテーブルTに照らし合わせ、対応する非球面定数のうち高次項の微小な変化量を調整量として決定し、該調整量を上記暫定成形金型の非球面を規定する式の非球面定数に加算して新たな形状設計値として最終的な成形金型を設計するようにする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 所定の形状設計値に基づき暫定の成形金型（以下、「暫定成形金型」という。）の作成を行い、

該暫定成形金型により暫定のレンズ（以下、「暫定レンズ」という。）を成形するとともに、

成形された暫定レンズの光学特性を測定して所望の光学特性と比較し、その球面収差値のズレ量を検出するとともに、

10 検出の結果、所望の光学特性からずれた非球面収差値のズレ量を、非球面を規定する式の非球面定数のうち高次項の微小な変化量と球面収差値の変動量との関係を予め求めたテーブルに照らし合わせ、対応する非球面定数のうち高次項の微小な変化量を調整量として決定し、

該調整量を上記暫定成形金型の非球面を規定する式の非球面定数に加算して新たな形状設計値として最終的な成形金型を設計するようにしたことを特徴とするレンズの成形金型の設計方法。

【請求項 2】 所定の形状設計値に基づき暫定の成形金型（以下、「暫定成形金型」という。）の作成を行い、

該暫定成形金型により暫定のレンズ（以下、「暫定レンズ」という。）を成形するとともに、

成形された暫定レンズの光学特性を測定して所望の光学特性と比較し、その球面収差値のズレ量を検出するとともに、

検出の結果、所望の光学特性からずれた非球面収差値のズレ量を、非球面を規定する式の非球面定数のうち高次項の微小な変化量と球面収差値の変動量と関係を予め求めたテーブルに照らし合わせ、対応する非球面定数のうち高次項の微小な変化量を調整量として決定し、

30 該調整量を上記暫定成形金型の非球面を規定する式の非球面定数に加算して新たな形状設計値として設計した最終的な成形金型で成形したことを特徴とするレンズ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は新規なレンズの成形金型の設計方法及びこれにより成形したレンズに関する。詳しくは、成形されたレンズの光学特性の向上を図る技術に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 CD（コンパクトディスク）、DVD（デジタルビデオディスク）などの光学ディスクを記録媒体とする光学ディスクドライブ装置にあっては、その光学ピックアップ装置に対物レンズが使用され、該対物レンズはガラス、プラスチックなどの成形品が用いられる。

【0003】 かかる対物レンズは予め所望の光学特性を得るように光学的設計に基づきその形状設計が為され（以下、この形状設計値を「理想形状設計値」とい

う。）、該理想形状設計値と凹凸逆の同一形状設計値で成形金型が設計される。

【0004】 ところが、成形品は成形後、収縮するために所望の形状（理想形状設計値の形状）を維持することができず、成形された対物レンズはその光学特性が所望のものとは異なってしまふことがある。

【0005】 そこで、理想形状設計値の形状をした対物レンズを得るために、特開平 5-96572 号に示す成形金型の設計方法がある。

10 【0006】 この特開平 5-96572 号に示された成形金型の設計方法によれば、暫定的に作成された成形金型で暫定的なレンズを成形し、上記暫定的な成形金型の形状寸法値とレンズの形状測定値との差分から形状回帰曲線を求め、これを成形金型設計のフィードバックすることにより、新たな成形金型を作成しようとするものである。

【0007】 これにより、理想形状設計値の形状に近似したレンズを成形することができる。

## 【0008】

20 【発明が解決しようとする課題】 ところが、このように成形されたレンズであっても、材料の屈折率やレンズの厚みなどの微小な相違により、光学干渉測定であられる透過波面収差にて評価を行うと、所望の光学特性（球面収差）を得ることができないのが現状である。

【0009】 特に近年、DVD などの記録密度の高密度化に伴い、従来、許容されていた公差の幅が狭くなってきており、成形レンズの歩留まりが悪化することが懸念されている。

30 【0010】 そこで、本発明は、成形されるレンズの成形金型の設計方法及びこれにより成形されたレンズに関し、レンズの不確定要素である材料収縮や屈折率の変化などに影響されることなく、所望の光学特性を精度良く有するレンズを提供することを課題とする。

## 【0011】

【課題を解決するための手段】 本発明レンズの成形金型の設計方法は、上記した課題を解決するために、所定の形状設計値に基づき暫定成形金型の作成を行い、該暫定成形金型により暫定レンズを成形するとともに、成形された暫定レンズの光学特性を測定して所望の光学特性と比較し、その球面収差値のズレ量を検出するとともに、

40 検出の結果、所望の光学特性からずれた非球面収差値のズレ量を、非球面を規定する式の非球面定数のうち高次項の微小な変化量と球面収差値の変動量との関係を予め求めたテーブルに照らし合わせ、対応する非球面定数のうち高次項の微小な変化量を調整量として決定し、該調整量を上記暫定成形金型の非球面を規定する式の非球面定数に加算して新たな形状設計値として最終的な成形金型を設計するようにしたものである。

50 【0012】 また、本発明レンズは、所定の形状設計値に基づき暫定成形金型の作成を行い、該暫定成形金型に

より暫定レンズを成形するとともに、成形された暫定レンズの光学特性を測定して所望の光学特性と比較し、その球面収差値のズレ量を検出するとともに、検出の結果、所望の光学特性からずれた非球面収差値のズレ量を、非球面を規定する式の非球面定数のうち高次項の微小な変化量と球面収差値の変動量との関係を予め求めたテーブルに照らし合わせ、対応する非球面定数のうち高次項の微小な変化量を調整量として決定し、該調整量を上記暫定成形金型の非球面を規定する式の非球面定数に加算して新たな形状設計値として設計した最終的な成形金型で成形したものである。

【0013】従って、本発明レンズの成形金型の設計方法及びこれにより成形したレンズにあっては、成形されたレンズについての評価が光学特性についてのものであり、レンズの不確定要素である材料収縮や屈折率の変化などを細かく分析する必要が無く、これらを含めた球面収差の調整が可能であるため、所望する光学特性を備えたレンズを成形することができ、しかも、その調整量は非球面を規定する式の非球面定数のうち高次項の微小な変化量としているため、その高次項を適宜選択することによりより高精度な調整ができ、所望の光学特性により近似したレンズを容易に成形することができる。

【0014】

【発明の実施の形態】以下に、本発明レンズの成形金型の設計方法及びこれにより成形したレンズの実施の形態について添付図面を参照して説明する。

$$Z_L = X^2/R_L / [1 + \{1 - (1 + K_L) (X/R_L)^2\}^{1/2}] + \Sigma A_{Li} X^i \dots\dots\dots (1)$$

$$Z_R = X^2/R_R / [1 + \{1 - (1 + K_R) (X/R_R)^2\}^{1/2}] + \Sigma A_{Ri} X^i \dots\dots\dots (2)$$

なお、

$Z_L$ : レンズの光軸方向値

$Z_R$ : 金型設計の光軸方向値

$X$ : 光軸に垂直な方向値

$R_L$ : レンズの曲率半径

$R_R$ : 金型の曲率半径

$K_L$ : レンズの円錐定数

$K_R$ : 金型の円錐定数

$A_{Li}$ : レンズの非球面定数

$A_{Ri}$ : 金型の非球面定数

【0023】・ステップ2 (S2)

成形金型によりレンズを成形する。ステップ2 (S2) は、上記ステップ1 (S1) から流れてくる場合には、かかる成形金型は上記暫定成形金型2となる。かかるレンズは最終的な所望の光学特性を有したものとは限らないので、暫定対物レンズ1とする。また、後述するステップ6 (S6) から流れてくる場合には、かかる成形金型は調整後の成形金型となる。

【0015】図1は、CD用の対物レンズ1の成形に用いる成形金型2を模式的に示したものである。

【0016】成形金型2は、所望の形状に作成された上側成形金型3と所望の形状に作成された下側成形金型4とこれらを左右から挟むように配設されたヒーター5、5とから成る。

【0017】上側成形金型3と下側成形金型4との間にはキャビティ6が形成され、該キャビティ6に成形材料7が胴体8、8をガイドとして位置され、上記ヒーター5、5によって成形材料7が加熱されプレスされる。

【0018】これにより、上側成形金型3と下側成形金型4との形状が転写された対物レンズ1が成形される。

【0019】そして、所望の光学特性を有する対物レンズ1を得るため、図2のフローチャート図に従って、成形金型の設計方法について説明する。

【0020】・ステップ1 (S1)

所定の形状のレンズ面を有する仮想の対物レンズ1及び暫定成形金型2を設計する。かかる仮想の対物レンズ1のレンズ面を規定する式を「数1」に示す。「数1」のは非球面を規定する式であり、光学特性の光学シュミレーションによりほぼ理想のレンズ面を「数1 (1)」式で仮定する。

【0021】また、同様に暫定成形金型2についても、

「数1 (2)」式によりほぼ理想の成形面を仮定する。

【0022】

【数1】

【0024】・ステップ3 (S3)

成形された対物レンズ1についてその光学特性を測定して評価する。光学特性の評価とは、例えば、透過波面測定により干渉縞及び3次の球面収差値を得て、所望の光学特性とのズレの有無を判断する。評価の結果、所望する光学特性との間においてズレがない場合には、ステップ4 (S4) に進み、所望する光学特性との間にズレがある場合はステップ5 (S5) に進む。

【0025】上記暫定対物レンズ1の場合は通常光学特性にズレが生じている。この暫定対物レンズ1について透過波面測定を行った結果、図3(a)に示す干渉縞及び図3(b)に示す3次の球面収差値(+0.020λrms)が得られたとする。かかる干渉縞を観察すると各縞が上下部分が揺らいでいるのが解る。所望する光学特性を得られる理想的な対物レンズでは、上記干渉縞は直線で、かつ、3次の球面収差値は「0」であり、この暫定対物レンズ1にあっては球面収差値が「+0.020λrms」ズレていることになる。

#### 【0026】・ステップ4(S4)

成形された対物レンズ1は所望の光学特性を有するもので、これを成形した成形金型2は、所望の光学特性をもった対物レンズ1を成形することができる成形金型2として判断することができる。なお、暫定対物レンズ1が所望の光学特性を有した場合には、かかる暫定対物レンズ1は、最早暫定的なものでなく、正に対物レンズ1である。また、これを成形した上記暫定成形金型2も暫定的なものでなく、正に成形金型2であると判断することができる。

#### 【0027】・ステップ5(S5)

暫定対物レンズ1の所望の光学特性からのズレを光学シミュレーションにより予め設定しておいたテーブルTに照らし合わせて、成形金型2の調整分を決定する。テーブルTとは、上記「数1(2)」について「非球面定数 $A_4$ 」を微小に変化させたときの変化量( $\Delta A_4$ )と球面収差値の変動量との対応関係を示したものである。かかるテーブルTを図4に表として示す。

【0028】例えば、上側暫定成形金型3の「数1(2)」式の4次項( $A_4$ )を「-0.5E-05」変化させると、球面収差値(3次)は「+0.005λrms」変動し、「数1(2)」式の4次項( $A_4$ )を「+0.5E-05」変化させると、球面収差値(3次)は

$$\text{調整後の上側金型設計 } A_{4s} = \text{上金型の } A_{4s} + 1.0 \times 10^{-5} \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{調整後の下側金型設計 } A_{4d} = \text{下金型の } A_{4d} - 1.0 \times 10^{-5} \dots\dots\dots (4)$$

【0033】このように設計された成形金型2により、ステップ2(S2)に戻り、対物レンズ1の成形が行われる。

【0034】しかして、かかる調整後の成形金型2で成形された対物レンズ1の光学特性をステップ3(S3)で行った結果、図5(b)に示すような干渉縞及び3次の球面収差値(-0.001λrms)が得られた。これにより、ステップ4(S4)に進み、当該対物レンズ1は所望する光学特性及び形状を有し、従って、これを成形した調整後の成形金型2も、所望の光学特性をもった対物レンズ1を成形することができる成形金型2として判断することができる。

【0035】なお、上述のように、テーブルTには代表的な対物レンズの例として、上下レンズ面の「数1

「-0.005λrms」変動することが図4から解る。

【0029】同様に、下側暫定成形金型4の「数1(2)」式の4次項( $A_4$ )を「-1.0E-05」変化させると、球面収差値(3次)は「-0.008λrms」変動し、下側暫定成形金型4の「数1(2)」式の4次項( $A_4$ )を「+1.0E-05」変化させると、球面収差値(3次)は「-0.008λrms」変動することが図4から解る。

【0030】そして、上記ステップ3(S3)により暫定対物レンズ1の光学特性の球面収差値が、「+0.020λrms」であり、これを解消するための調整分を図4から選択する。具体的には、「+0.020λrms」を解消するには、上側暫定成形金型3による変動分及び／又は下側暫定成形金型4による変動分の加減算の合計が「-0.020λrms」になるようなそれぞれの $\Delta A_4$ の変化分を探し当てればよい。その結果、上側暫定成形金型3による変動分「-0.011λrms」と下側暫定成形金型4による変動分「-0.008λrms」とを合計すると「-0.019λrms」となり、ほぼ上記ズレ分を解消できることが解る。したがって、この例では、上側の暫定成形金型3の調整分として $\Delta A_4 = +1.0E-05$ 及び下側の暫定成形金型4の調整分として $\Delta A_4 = -1.0E-05$ として決定してステップ6(S6)に進む。

【0031】・ステップ6(S6) ステップ5(S5)により決定された $\Delta A_4$ の調整分を上記「数1(2)」に  
加算して、再度、上側成形金型3及び下側成形金型4を設計する。従って、調整後の成形金型3、4の成形面の式は「数2」のようになる。なお、「数2」には上記「数1」の第4項のみを取り出して記述する。

【0032】

【数2】

(2)」式の「 $A_4$ 」の項のみの微小変化量 $\Delta A_4$ による球面収差の光学シミュレーションを示したが、これに限るものでなく、さらに高次球面収差の調整をすることにより、さらに微少な調整を行うことができ、光学特性をさらに向上させることができる。この場合、テーブルとして、予め3次以上の高次球面収差値と高次項の組み合わせ( $\Sigma \Delta A_i X^i$ )との対応関係を調査しておく必要がある。

【0036】また、上記実施の形態にあっては、対物レンズの上下レンズ面について、いずれも調整するようにしたが、本発明はこれに限らず、いずれか一方のみのレンズ面について、すなわち、上側成形金型又は下側成形金型的一方のみについて調整を行うようにしても良い。このようにいずれか一方のみの成形金型を調整するよう

にすると、例えば、同種類の対物レンズにおいて球面収差（3次）の異なった対物レンズが複数種類成形する必要がある場合、量産効果をあげるため成形金型の一方の形状を固定しておいて、他方の成形金型に関して非球面定数 $A_1$ を微小に変化させることによって所望の光学特性を有する対物レンズを成形することができる。

【0037】なお、上記実施の形態において本発明を光学ピックアップ装置の対物レンズに適用したが、本発明はこれに限らず、プラスチック、ガラスなどのように成形されるレンズ一般に適用することができる。

【0038】また、上記実施の形態においては、プレスによる成形方法について説明したが、本発明はこれに限らず、成形金型を用いる成形方法、例えば、射出成形などにも適用することができる。

【0039】この他、上記した実施の形態において示した各部の形状及び構造は、何れも本発明を実施するに当たっての具体化のほんの一例を示したものにすぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されることがあってはならないものである。

【0040】

【発明の効果】以上に記載したところから明らかなように、本発明レンズの成形金型の設計方法は、所定の形状設計値に基づき暫定成形金型の作成を行い、該暫定成形金型により暫定レンズを成形するとともに、成形された暫定レンズの光学特性を測定して所望の光学特性と比較し、その球面収差値のズレ量を検出するとともに、検出の結果、所望の光学特性からずれた非球面収差値のズレ量を、非球面を規定する式の非球面定数のうち高次項の微小な変化量と球面収差値の変動量との関係を予め求めたテーブルに照らし合わせ、対応する非球面定数のうち高次項の微小な変化量を調整量として決定し、該調整量を上記暫定成形金型の非球面を規定する式の非球面定数に加算して新たな形状設計値として最終的な成形金型を設計することを特徴とする。

【0041】また、本発明レンズは、所定の形状設計値に基づき暫定成形金型の作成を行い、該暫定成形金型に

より暫定レンズを成形するとともに、成形された暫定レンズの光学特性を測定して所望の光学特性と比較し、その球面収差値のズレ量を検出するとともに、検出の結果、所望の光学特性からずれた非球面収差値のズレ量を、非球面を規定する式の非球面定数のうち高次項の微小な変化量と球面収差値の変動量との関係を予め求めたテーブルに照らし合わせ、対応する非球面定数のうち高次項の微小な変化量を調整量として決定し、該調整量を上記暫定成形金型の非球面を規定する式の非球面定数に加算して新たな形状設計値として設計した最終的な成形金型で成形することを特徴とする。

【0042】従って、本発明レンズの成形金型の設計方法及びこれにより成形したレンズにあっては、成形されたレンズについての評価が光学特性についてのものであり、レンズの不確定要素である材料収縮や屈折率の変化などを細かく分析する必要が無く、これらを含めた球面収差の調整が可能であるため、所望する光学特性を備えたレンズを成形することができ、しかも、その調整量は非球面を規定する式の非球面定数のうち高次項の微小な変化量としているため、その高次項を選択することによりより高精度な調整ができ、所望の光学特性により近似したレンズを容易に成形することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】レンズの成形に用いる成形金型を示す模式図である。

【図2】本発明にかかる成形金型の設計方法のフローチャート図である。

【図3】暫定対物レンズの光学特性を示すもので、（a）は干渉縞、（b）は3次の球面収差値の図である。

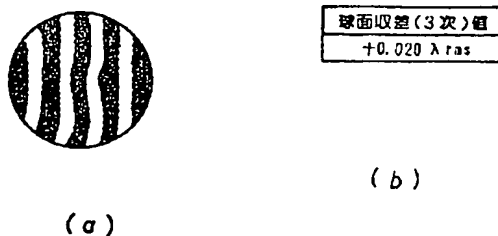
【図4】テーブルを示す図である。

【図5】調整後の成形金型で成形した対物レンズの光学特性を示すもので、（a）は干渉縞、（b）は3次の球面収差値の図である。

【符号の説明】

1…対物レンズ、2…成形金型、T…テーブル

【図3】

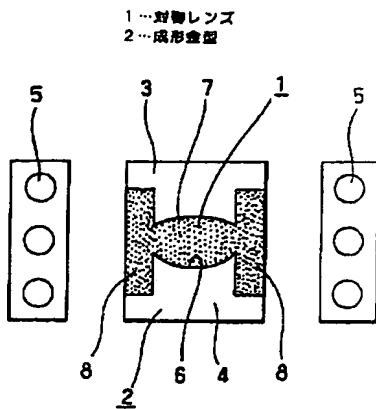


【図4】

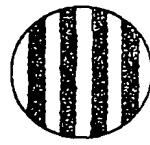
T…テーブル

| 上型側の<br>$\Delta A_s$ | 球面収差(3次)の<br>増減 ( $\lambda$ rms) | 下型側の<br>$\Delta A_s$ | 球面収差(3次)の<br>増減 ( $\lambda$ rms) |
|----------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------------------|
| -2.0E-05             | 0.022                            | -4.0E-05             | -0.032                           |
| -1.5E-05             | 0.16                             | -3.0E-05             | -0.024                           |
| -1.0E-05             | 0.011                            | -2.0E-05             | -0.016                           |
| -0.5E-05             | 0.005                            | -1.0E-05             | -0.008                           |
| 0                    | 0                                | 0                    | 0                                |
| 0.5E-05              | -0.005                           | 1.0E-05              | 0.008                            |
| 1.0E-05              | -0.011                           | 2.0E-05              | 0.016                            |
| 1.5E-05              | -0.016                           | 3.0E-05              | 0.024                            |
| 2.0E-05              | -0.022                           | 4.0E-05              | 0.032                            |

【図1】



【図5】

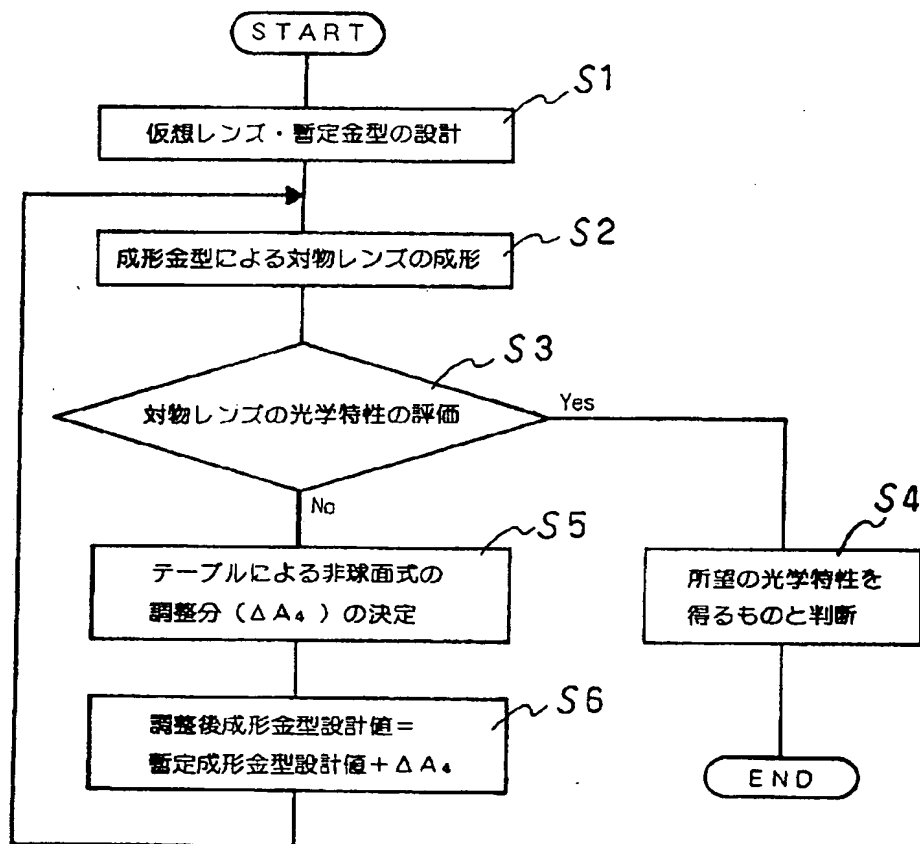


(a)

球面収差(3次)値  
-0.001λ10%

(b)

【図2】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テ-マ-ド (参考)

// B 2 9 L 11:00

B 2 9 L 11:00